

우렁쉥이 껍질성분 및 색소를 이용한 양식소재 개발

3. 우렁쉥이 껍질 유래 황산다당의 기능적 특성

홍병일⁺ · 정병천* · 손병일** · 정우진 · 육지희 · 최병대*** · 이강호*
천안외국어대학 식품유통과, *부경대학교 식품공학과, **동의대학교 한방식품연구소
***경상대학교 해양생물이용학부/해양산업연구소

Utilization of Pigments and Tunic Components of Ascidian as an Improved Feed Aids for Aquaculture

3. Functional Properties of Sulfated Polysaccharides from Ascidian (*Halocynthia roretzi*) Tunic

Byeong-Il HONG⁺, Byung-Chun JUNG*, Byung-Yil SON**, Woo-Jin JUNG
Ji-Hee RUCK, Byeong-Dae CHOI*** and Kang-Ho LEE*

Department of Food Marketing, Cheonan College of Foreign Studies, Cheonan 330-180, Korea
*Department of Food Science and Technology, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea
**Donggeui Food Research Institute, Donggeui University, Busan 614-714, Korea
***Division of Marine Bioscience/Institute of Marine Industry, Gyeongsang National University, Tongyeong 650-160, Korea

The present study was conducted to elucidate functional properties of sulfated polysaccharides from ascidian tunics. In physical properties of the crude polysaccharides, emulsion ability and foaminess were more excellent compared with chitin and chitosan, particular dye binding capacity was prominent. Anti-blood coagulation of partially purified sulfated polysaccharides showed with respect to APTT (Activated partial thromboplastin time). Especially, active fraction (F₄) obtained by DEAE-cellulose ion exchange chromatography showed highest activity, which was approximately 20% of the activity of heparin. ACE inhibitory activity also similar to anticoagulant activity. Active fraction (F₄) obtained by DEAE-cellulose ion exchange chromatography showed about 34%, in ACE inhibitory activity.

Key words: Ascidian tunic, Sulfated polysaccharides, Functional properties

서 론

우렁쉥이는 전 세계적으로 2,000여종이 극지방에서 적도에 이르기까지 폭넓게 분포하며, 주로 연안지역에 많이 서식하는데 우리나라도 연안의 모래, 산호, 조개껍데기, 바위 등에 부착하여 고착 생활을 하는 것으로 알려져 있다. 우렁쉥이 껍질에 관한 연구는 Anno et al. (1974)의 구조분석에 관한 연구가 있으며, Albano and Paulo (1983)는 척추동물의 연골에 존재하는 sulfated glycosaminoglycan과 유사한 많은 양의 sulfated glycan이 몇 종의 미색류에서 존재함을 밝혔다. 일반적으로 해조류나 척추동물에 존재하는 sulfated polysaccharide류는 항혈액응고 효과가 있으며, 이밖에 항암 및 항돌연변이 효과가 있는 것으로 알려져 있다. 한편, 다당의 건강 기능성에 관한 연구는 많이 진행되어 Mori et al. (1982)가 미역포자엽에서 추출한 fucoidan의 항혈액 응고 작용을 보고하였고, Li and Lian (1988)이 해삼 (*Stichopus japonicus*)에서 혈소판 응집에 주요인이 되는 산성 점액성 다당류 (acidic mucopolysaccharide)를 추출하였으며, Sasaki et al. (1987)이 가리비 (*Patinopecten yessoensis*)에서 당단백질 획분을 분리하여 항암활성과 면역 조절효과를 조사한 바 있다. 그리고 Ryu et al. (1986;

1989)이 미역, 다시마, 끈피, 청각, 파래, 김 등의 해조류가 항돌연변이 효과가 있음을 보고한 바 있으며, 아울러 최근에는 당쇄의 생리활성에 관한 연구가 활발히 진행되는 등 그 연구 영역을 넓혀가고 있다 (Helenius and Aebi, 2001; Rudd et al., 2001). 하지만 미색 동물인 우렁쉥이 가공 부산물로부터 다당을 추출하여 이용하고자 하는 연구는 거의 전무인 실정이고, 또한 이의 효율적인 이용을 위하여 기능적 특성에 대하여 검토한 바가 없다. 따라서 본 연구에서는 전량 폐기되고 있는 우렁쉥이 껍질의 고도이용의 한 방안으로 그 효용성이 밝혀진 우렁쉥이 껍질 색소 (Lee et al., 1994a, b)를 추출하고 남은 잔사에서 부분 정제된 황산다당의 몇 가지 기능적 특성을 살펴보았다.

재료 및 방법

재 료

본 실험에 사용한 우렁쉥이껍질과 황산다당은 전보 (Lee et al., 1998a; Hong et al., 2001)와 같은 방법으로 처리하여 분리하였다.

지방흡수력, 포말성, 유화성 및 색소흡착능

황산다당의 지방흡수력, 포말성 및 유화성은 전보 (Lee et al., 1998b)와 같은 방법으로 행하였다. 즉 지방흡수력은 Lin et al.

⁺Corresponding author: hbi9301@chollian.net

(1974)의 방법에 따라 측정하였고, 포말성과 포말안정성은 Johnson and Breke (1983) 및 Watanabe et al. (1981)의 방법에 따라 측정하였고, 유화능과 유화 안정성은 Wang and Kinsella (1976)의 방법에 따라 측정하였다. 한편, 색소흡착능은 수용성인 Coomassie brilliant blue R-250과 Red-2 그리고 지용성인 우렁쉥이 색소추출물을 대상으로 측정하였다. 각 시료 1.0 g을 정평하여 삼각플라스틱에 취하고 여기에 미리 조제한 각 색소용액 (Coomassie brilliant blue R-250과 Red-2는 70% 에탄올에 녹였고, 지용성인 우렁쉥이 색소추출물은 99% 에탄올에 녹인 후 색소 용액으로 사용하였음) 10 mL를 가하여 1시간 방치하여 색소를 흡착시킨 후, 열풍건조기에서 용매인 에탄올을 휘발시켰다. 흡착된 시료를 acetone으로 3회에 걸쳐 추출한 후 UV spectrophotometer (Milton Roy 1201 USA)로 450 nm에서 흡광도를 측정하여 McBeth (1972)의 방법에 따라 색소함량을 계산하였다.

항혈액응고능 및 ACE저해능

항혈액응고능과 ACE저해능은 전보 (Lee et al., 1998b)와 같은 방법으로 처리하여 측정하였다. 항혈액응고능은 활성화트롬보플라스틴 시간 (Activated partial thromboplastin time, APTT)과 프로트롬빈 시간 (Prothrombin time, PT)을 측정하였고, ACE저해능은 Cushman and Cheung (1971)의 방법과 TNBS (trinitrobenzene sulfonate)를 이용한 방법 (Matui et al., 1992)으로 측정하였다.

결과 및 고찰

지방흡수력, 포말성, 유화성 및 색소흡착능

우렁쉥이 껍질에서 추출한 각 분말의 지방흡수력은 Fig. 1과 같

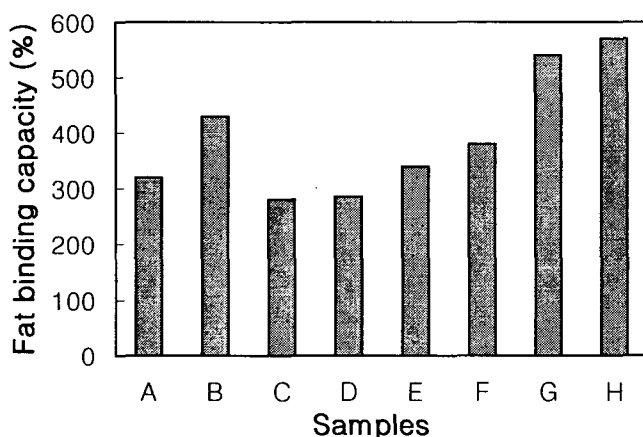


Fig. 1. Comparison of fat binding capacity of ascidian tunics, chitin and chitosan.

A: Dried ascidian tunics, B: Aceton treatment

C: Neutrase digestibles

D: Water solubles obtained by autoclaving

E, F: E and F are residues excluded from crude sulfated polysaccharides obtained by neutrase and autoclaving, respectively

G: Chitin (Sigma co. C-7170)

H: Chitosan (Sigma co. C-3646).

이 전반적으로 우렁쉥이 껍질 추출물들의 지방흡수력이 대조구인 chitin과 chitosan에 비하여 다소 떨어졌으나, 추출물 중에서는 acetone처리 분말의 지방흡수력이 430%로 가장 우수하였고, 다음으로 황산다당류 추출하고 남은 잔사의 지방흡수력이 340~380% 정도였다. 한편, 황산다당인 autoclave 추출구와 neutrase 추출구의 지방흡수력은 대략 270~290% 정도로 나타났다. 이와 관련하여 Knorr (1982)는 chitin, chitosan, microcrystalline chitin 및 microcrystalline cellulose의 지방흡수력을 조사한 결과, 170~315% 범위이며 chitosan이 가장 적었고, chitin이 가장 높았다고 보고한 바 있고, Byun et al. (1992)은 chitin과 chitosan의 지방흡수력이 500%와 430%로 보고하였는데, 본 실험의 chitin과 chitosan의 지방흡수력의 결과는 530%와 560%로 이는 사용시료와 실험방법에 따른 차이 때문으로 생각된다. 또한 포말성과 유화능은 Table 1과 같다. 포말안정성은 대조구인 chitin과 chitosan에서는 나타나지 않았지만 우렁쉥이 분말에서는 거의 모든 처리조건에서 나타났다. 특히 autoclave와 neutrase 처리한 황산다당에서는 포말성이 각각 0.70과 0.67이었으며, 포말안정성은 0.50과 0.38로 비교적 우수하였다. 한편, 유화활성 및 유화안정성은 autoclave 및 neutrase 처리한 황산다당에서만 나타났는데, 유화활성은 각각 49.2%와 47.1%, 유화안정성은 48.3%와 44.8% 정도였다. 유화활성과 유화안정성이 건조분말에는 그 기능이 없다가 황산다당에 나타난 것은 단백질의 소수성 부분에 기름방울이 결합하고, 그 표면에 다당류가 짝을 지어 수화수를 강력히 흡착하여 안정한 유화를 형성하기 때문으로 생각되었다 (Akio, 1994). Knorr (1982)는 microcrystalline chitin의 경우 유화성이 있었으나, chitin, chitosan의 경우 농도를 변화시켜도 유화성이 없었다고 보고하고 있어 본 실험의 chitin, chitosan의 결과와 유사하였다. 색소흡착능은 Table 2와 같이 Blue-R

Table 1. Comparison of properties of ascidian tunics, chitin and chitosan

Samples	Whippability ¹⁾	Foam stability ²⁾	Emulsifying activity	Emulsifying stability
Dried ³⁾	0.05	0.03	-	-
Aceton treated ⁴⁾	0.20	0.08	-	-
Neutrase ⁵⁾	0.67	0.38	47.1	44.8
Autoclave ⁶⁾	0.70	0.50	49.2	48.3
Residues of neutrase ⁷⁾	0.05	0.05	-	-
Residues of autoclave ⁸⁾	-	-	-	-
Chitin ⁹⁾	-	-	-	-
Chitosan ¹⁰⁾	-	-	-	-

¹⁾ Whippability = (Total volume - Drainage volume) / Initial volume.

²⁾ Foam stability = (Initial volume - Drainage volume) / Initial volume.

³⁾ Dried and ground ascidian tunics.

⁴⁾ Depigmented and dried ascidian tunics.

⁵⁾ Neutrase digestibles from ascidian tunics.

⁶⁾ Water solubles prepared at 125°C, 6 hrs (100 g of sample in 1.5 L of water).

^{7,8)} Residues excluded from neutrase digestibles and water solubles from ascidian tunics.

^{9,10)} Standard chitin (Sigma co. C-7170) and chitosan (Sigma co. C-3646).

Table 2. Comparison of dye binding capacity of chitin, chitosan, neutrase digestible and water solubles from ascidian tunics by autoclaving (%)

Samples	Blue R-250 ⁴⁾	Red-2 ⁴⁾	Pigments of ascidian tunics
Neutrase ¹⁾	81.2	83.5	85.6
Autoclave ²⁾	76.3	87.1	85.2
Chitin ³⁾	52.5	57.6	82.1
Chitosan ³⁾	82.7	88.4	83.9

¹⁾ Neutrase digestibles from ascidian tunics.

²⁾ Water solubles prepared at 125°C, 6 hrs (100 g of sample in 1.5 L of water).

³⁾ Standard chitin (Sigma co. C-7170) and chitosan (Sigma co. C-3646).

⁴⁾ Standard pigments.

-250, Red-2 색소와 우렁쉥이 껍질 색소 추출물을 황산다당에 첨가하여 흡착시킨 후 용매를 증발시켜 Blue-R-250과 Red-2는 70% ethanol로, 우렁쉥이 색소추출물은 acetone으로 3회에 걸쳐 추출하여 정량하였다. 황산다당의 색소흡착능은 대조구인 chitin 및 chitosan과 비교하여 손색이 없을 정도였으며 특히, 우렁쉥이 색소추출물의 색소흡착능은 autoclave와 neutrase 처리한 황산다당이 각각 85.2%와 85.6%로 대조시료에 비해 다소 우수하였다. 이상의 결과로 미루어 보아 본 황산다당의 경우 색소부형제로서 손색이 없을 것으로 생각되어졌다.

항혈액응고능 및 ACE저해능

황산다당의 항혈액응고능을 살펴보기 위해 각각의 시료들을 일정한 농도 (100 µg/mL)로 하여 activated partial thromboplastin time (APTT) 및 prothrombin time (PT)를 측정 한 결과는 Table 3과 같다. 모든 시료에서 APTT 저지효과는 나타났으나 PT값은 약 14.5초로 일정하여 혈액응고저지 효과가 거의 없었다. 특히 autoclave 처리구를 DEAE-cellulose ion exchange chromatography하여 얻은 F₄ (획분4)는 APTT가 75초로 가장 효과적이었으며, Sephadex G-100의 F₂가 70초 정도, DEAE-cellulose ion exchange chromatography하여 얻은 F₃과 autoclave로 추출한 황산다당이 각각 66초와 65초였다. 이와 관련하여 Nishino and Nagumo (1987)는 해조다당인 fucoidan의 항혈액응고능은 황산기의 함량이 높을수록 증가한다고 하여, 본 실험의 결과와 유사하였다. 또한, Nishino et al. (1989)은 항혈액응고능의 경우 황산기함량, 분자량 및 그 구조 등에 따라 많은 차이를 나타내며, 정제도가 높다고 반드시 항혈액응고능이 증가하지는 않는다고 하였다. 혈액응고의 도달점은 fibrin이 생기는 단계로 여기에는 혈액 안에 있는 인자들만 관여하는 내인성체계 (intrinsic system)와 tissue thromboplastin과 같은 조직 인자가 관여하는 외인성체계 (extrinsic system)의 두 계통이 상호작용하게 된다. PT가 연장되는 경우는 혈액응고의 외인성체계 (extrinsic system)에 관여하는 응고인자가 결핍되거나 억제물질이 존재할 때 일어나며, APTT의 연장효과는 내인성체계 (intrinsic system)의 단독 혹은 복합적 결핍이나 이들 인자의 억제물질이 존재할 때 일어난다고 한다 (Jung and Lee, 1987). 이상에서

Table 3. Anticoagulation effect of partially purified polysaccharides in ascidian tunics

Samples ¹⁾	Clotting time (seconds)	
	PT ²⁾	APTT ³⁾
Neutrase ⁴⁾	14.5	55
Autoclave ⁵⁾	14.5	65
DEAE-cellulose F ₃ ⁶⁾	14.5	66
DEAE-cellulose F ₄ ⁶⁾	14.5	75
Sephadex-100 ⁷⁾	14.5	70
Sephadex-25 ⁷⁾	14.5	62

¹⁾ Sample concentration (100 µg/mL).

²⁾ Prothrombin time.

³⁾ Activated partial thromboplastin time.

⁴⁾ Neutrase digestibles from ascidian tunics.

⁵⁾ Water solubles prepared at 125°C, 6 hrs (100 g of sample in 1.5 L of water).

⁶⁾ Polysaccharide fraction obtained from DEAE-cellulose ion exchange chromatography after autoclaving.

⁷⁾ Gel filtration fraction of polysaccharide obtained from DEAE-cellulose F₄.

우렁쉥이 껍질의 황산다당의 항혈액응고능은 내인성체계의 인자를 저해하기 때문으로 생각되었다. 한편, 추출된 황산다당의 ACE 저해능을 살펴본 결과는 Table 4와 같다. 지금까지 알려진 ACE 저해물질로는 단백질 유래의 peptide나 각종의 polyphenol 화합물 등이 있고, 그밖에 솔잎, 쑥 등의 추출물도 효과가 있는 것으로 보고되고 있으나 (Kang et al., 1995), 황산다당에 대한 연구결과는 아직까지 미미한 실정이다. 본 실험의 경우 모든 시료에서 ACE 저해효과가 있었으며, 채택된 실험방법에 따라 동 일시료 경우에 있어서도 저해효과 값이 차이가 있었다. Cushman and Cheung (1971)의 방법보다는 TNBS를 이용한 방법 (Matui et al., 1992)이 다소 높은 값을 보였고, autoclave 처리구가 neutrase 처리구보다

Table 4. Comparison of ACE inhibition of partially purified sulfated polysaccharides from ascidian tunics

Samples ¹⁾	ACE inhibition ratio (%)	
	A ²⁾	B ³⁾
Neutrase ⁴⁾	12.6	15.5
Autoclave ⁵⁾	14.8	16.7
DEAE-cellulose F ₃ ⁶⁾	17.4	24.6
DEAE-cellulose F ₄ ⁶⁾	24.4	35.7
Sephadex-100 ⁷⁾	14.1	24.7
Sephadex-25 ⁷⁾	13.7	21.6

¹⁾ Sample concentration (100 µg/mL).

²⁾ Cushman and Cheung's method.

³⁾ TNBS (trinitrobenzene sulfonate) method.

⁴⁾ Neutrase digestibles from ascidian tunics.

⁵⁾ Water solubles prepared at 125°C, 6 hrs (100 g of sample in 1.5 L of water).

⁶⁾ Polysaccharide fraction obtained from DEAE-cellulose ion exchange chromatography after autoclaving.

⁷⁾ Gel filtration fraction of polysaccharide obtained from DEAE-cellulose F₄.

다소 양호한 저해능을 나타냈으며, 특히 DEAE-cellulose 이온교환 활성 획분의 ACE저해 효과가 비교적 우수하였는데, 그 중 F₄ (획분4)가 35.7%로 가장 효과적이었고, neutrase 처리구가 12.6%로 비교적 낮은 저해능을 보였다.

요 약

우렁쉥이 껍질에서 추출한 autoclave 추출구와 neutrase 추출구는 지방흡수력의 경우 대조시료인 chitin과 chitsan에 비해 떨어지는 대략 250~300% 정도이었으나, 포말성은 각각 0.70과 0.67로, 포말안정성은 0.50과 0.38로 우수하였다. Autoclave 추출구 및 neutrase 추출구의 유효성은 각각 49.2%와 47.1%, 유효안정성의 경우 각각 48.3%와 44.8% 정도였으며 특히, 색소흡착능은 각각 85.2%와 85.6%로 대조시료에 비해 다소 우수하였다. 항혈액응고능은 모든 시료에서 APTT 저지효과는 나타났으나 PT값은 약 14.5초로 일정하여 혈액응고저지 효과가 거의 없었다. 특히 autoclave 처리구를 DEAE-cellulose ion exchange chromatography하여 얻은 F₄ (획분4)는 APTT가 75초로 가장 효과적이었으며, Sephadex G-100의 F₂가 70초 정도였다. ACE저해능은 모든 시료에서 ACE저해효과가 있었으며, 채택된 실험방법에 따라 동일시료 경우에 있어서도 저해효과 값이 차이가 났으며, 특히 DEAE-cellulose 이온교환 처리한 F₄ (획분4)가 35.7%로 가장 효과적이었다.

감사의 글

본 논문은 1995년도 농림부에서 시행한 농림수산특정연구사업(현장으로) 지원에 의한 연구결과의 일부이며, 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- Akio, K. 1994. New functional food proteins by polysaccharide modification. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 41, 304~310 (in Japanese).
- Albano, R.M. and A.S.M. Paulo. 1983. Presence of sulfated glycans in ascidian tunic and the body wall of a sea cucumber. *Biochim. Biophys. Acta.*, 760, 192~196.
- Anno, K., O. Kimiko and N. Seno. 1974. A chitin sulfate-like polysaccharide from the test of the tunicate *Halocynthia roretzi*. *Biochim. Biophys. Acta.* 362, 215~219.
- Byun, H.G., O.J. Kang and S.K. Kim. 1992. Syntheses of the derivatives of chitin and chitosan, and their physicochemical properties. *J. Kor. Agric. Chem. Soc.*, 35, 265~271 (in Korean).
- Cushman, D.W. and H.S. Cheung. 1971. Spectrometric assay and properties of the angiotensin-converting enzyme of rabbit lung. *Biochem. Pharmacol.*, 20, 1637~1648.
- Helenius, A. and M. Aebi. 2001. Interacellular functions of N-linked glycans. *Science*, 291, 2364~2369.
- Hong, B.I., B.C. Jung, W.J. Jung, J.H. Ruck, B.D. Choi and K.H. Lee. 2001. Utilization of pigments and tunic components of ascidian as an improved feed aids for aquaculture. 2. Chemical properties of sulfated polysaccharides in ascidian (*Halocynthia roretzi*) tunic. *J. Kor. Fish. Soc.*, 34, 632~637 (in Korean).
- Johnson, E.A. and C.J. Breke. 1983. Functional properties of acylated pea protein isolates. *J. Food Sci.*, 48, 722~725.
- Jung, Y.S. and S.Y. Lee. 1987. *Method of Clinical Pathology*. Yonsei Univ., Press, pp. 120~123 (in Korean).
- Kang, Y.H., Y.K. Park, S.R. Oh and K.D. Moon. 1995. Studies on the physiological functionality of fine needle and mugwort extracts. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, 27, 978~984 (in Korean).
- Knorr, D. 1982. Functional properties of chitin and chitosan. *J. Food Sci.*, 47, 593~595.
- Lee, K.H., S.J. Kang, B.D. Choi, Y.J. Choi and M.G. Youm. 1994a. Utilization of ascidian (*Halocynthia roretzi*) tunic. 1. Effect of ascidian tunic extracts on pigmentation and growth of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *J. Kor. Fish. Soc.*, 27, 232~239 (in Korean).
- Lee, K.H., S.J. Kang, B.D. Choi, Y.J. Choi and M.G. Youm. 1994b. Utilization of ascidian (*Halocynthia roretzi*) tunic 2. Optimum level of carotenoid extracts from ascidian tunic for the pigmentation of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *J. Kor. Fish. Soc.*, 27, 240~246 (in Korean).
- Lee, K.H., B.I. Hong, B.D. Choi, S.J. Kang, J.H. Ruck and B.C. Jung. 1998a. Utilization of pigments and tunic components of ascidian as an improved feed aids for aquaculture. 1. Effective extraction methods of crude polysaccharides in ascidian (*Halocynthia roretzi*) tunic. *J. Kor. Fish. Soc.*, 31, 423~428 (in Korean).
- Lee, K.H., B.D. Choi, B.I. Hong, B.C. Jung, J.H. Ruck and W.J. Jung. 1998b. Functional properties of sulfated polysaccharides in ascidian (*Halocynthia roretzi*) tunic. *J. Kor. Fish. Soc.*, 31, 447~451 (in Korean).
- Li, J.Z. and E.C.Y. Lian. 1988. Aggregation of human platelets by acidic mucopolysaccharide extracted from *Stichopus japonicus* Selenka. *Thrombosis and Haemostasis*, 59, p. 435.
- Lin, M.J.Y., E.S. Humbert and F.W. Sosulki. 1974. Certain functional properties of sunflower meals. *J. Food Sci.*, 39, 368~371.
- Matui, T., H. Matsufuji and Y. Osajima. 1992. Colorimetric measurement of angiotensin-I. Converting enzyme inhibitory activity with trinitrobenzene sulfonate. *Biosci. Biotech. Biochem.*, 56, 517~518.
- MecBeth, T.W. 1972. Carotenoids from nudibranches. *Comp. Biochem. Physiol.*, 41B, 55~68.
- Mori, H., H. Kamei, H. Nishide and K. Nisizawa. 1982. Sugar constituents of some sulfated polysaccharides from the sporophylls of wakkame (*Undaria pinnatifida*) and their biological activities. *Proc. 10th Intern. Seaweed Symp.*, 10, 109.
- Nishino, T. and T. Nagumo. 1987. Sugar constituents and blood-anti coagulant activities of fucose-containing sulfated polysaccharides in nine brown seaweed species. *Nippon Nogeikagaku Kaishi*, 61, 361~367.
- Nishino, T., G. Yokoyama, K. Dobashi, M. Fujihara and T. Nagumo. 1989. Isolation, purification, and characterization of fucose-containing sulfated polysaccharides from the brown seaweed *Ecklonia kurome* and their blood-anticoagulant activities. *Carbohydr. Res.*, 186, 119~125.
- Ryu, B.H., B.H. Chi, D.S. Kim and M.S. Ha. 1986. Desmutagenic effect of extracts obtained from seaweeds. *J. Kor. Fish. Soc.*, 19, 502~508 (in Korean).

- Ryu, B.H., D.S. Kim, K.J. Cho and D.B. Sin. 1989. Antitumor activity of Seaweeds toward sarcoma-180. Kor. J. Food Sci. Technol., 21, 595~600 (in Korean).
- Sasaki, T., H. Uchida, N.A. Uchida, N. Takasuka, Y. Tachibana, K. Nakamichi, Y. Endo and H. Kamiya. 1987. Antitumor activity and immunomodulatory effect of glycoprotein fraction from scallop *Patinopecten yessoensis*. Nippon Suisan Gakkaishi, 53, 267~272.
- Rudd, P.M., T. Elliott, P. Cresswell, I.A. Wilson and R.A. Dwek. 2001. Glycosylation and the immune system. Science, 291, 2370~2376.
- Watanabe, M., H. Toyokana, A. Shimada and S. Arai. 1981. Proteinaceous surfactant produced from gelatin by enzymatic modification evaluation for their functionality. J. Food Sci., 46, 1467~1469.
- Wang, J.C. and J.E. Kinsella. 1976. Functional properties of novel protein: alfalfa leaf protein. J. Food Sci., 41, 286~292.

2002년 9월 9일 접수

2002년 11월 25일 수리